

17.12.2004

REC'D 13 JAN 2005

WIPO PCT

PA 1244811

THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

November 05, 2004

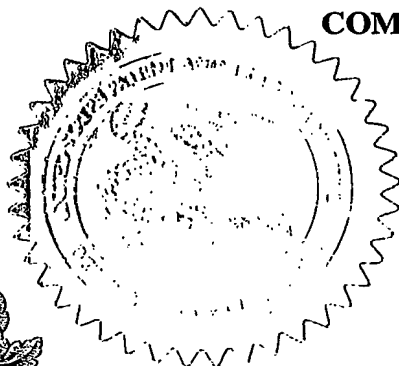
THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 60/534,098

FILING DATE: January 05, 2004

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

By Authority of the
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS



H. L. Jackson
H. L. JACKSON
Certifying Officer

PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT COVER SHEET

This is a request for filing a PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT under 37 CFR 1.53(c).

INVENTOR(S)			
Given Name (first and middle [if any])	Family Name or Surname	Residence (City and either State or Foreign Country)	
Jun ASAKAWA		Kitakata	Japan
<input type="checkbox"/> Additional inventors are being named on the _____ separately numbered sheet(s) attached hereto			
TITLE OF THE INVENTION (500 characters max)			
METHOD FOR PRODUCING FORGING DIE, FORGING DIE AND FORGED ARTICLE			
CORRESPONDENCE ADDRESS			
Direct all correspondence to the address for SUGHRUE MION, PLLC filed under the Customer Number listed below:			
WASHINGTON OFFICE			
23373			
CUSTOMER NUMBER			
ENCLOSED APPLICATION PARTS (check all that apply)			
<input checked="" type="checkbox"/> Specification (Japanese language)	Number of Pages	nine (9)	<input type="checkbox"/> CD(s), Number _____
<input checked="" type="checkbox"/> Drawing(s)	Number of Sheets	nine (9)	<input type="checkbox"/> Other (specify) _____
<input type="checkbox"/> Application Data Sheet. See 37 CFR 1.76			
METHOD OF PAYMENT OF FILING FEES FOR THIS PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT			
<input type="checkbox"/> Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">FILING FEE AMOUNT (\$) \$160.00</div>
<input checked="" type="checkbox"/> A check or money order is enclosed to cover the Provisional filing fees. The USPTO is directed and authorized to charge all required fees, except for the Issue Fee and the Publication Fee, to Deposit Account No. 19-4880. Please also credit any overpayments to said Deposit Account.			
<input type="checkbox"/> The USPTO is hereby authorized to charge the Provisional filing fees to our Deposit Account No. 19-4880. The USPTO is directed and authorized to charge all required fees, except for the Issue Fee and the Publication Fee, to Deposit Account No. 19-4880. Please also credit any overpayments to said Deposit Account.			
The invention was made by an agency of the United States Government or under a contract with an agency of the United States Government.			
<input checked="" type="checkbox"/> No.			
<input type="checkbox"/> Yes, the name of the U.S. Government agency and the Government contract number are:			

Respectfully submitted,

SIGNATURE Sheldon I. LandsmanDATE January 5, 2004TYPED or PRINTED NAME Sheldon I. LandsmanREGISTRATION NO. 25,430TELEPHONE NO. (202) 293-7060DOCKET NO. P79261**USE ONLY FOR FILING A PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT**

【書類名】明細書

【発明の名称】鍛造用金型の製造方法、鍛造用金型および鍛造成形品

【技術分野】

【0001】

本発明は、アルミニウム合金を素材とした鍛造用金型を製造する鍛造用金型の製造方法、鍛造用金型およびその鍛造用金型を用いて鍛造した鍛造成形品に関するものである。

【背景技術】

【0002】

切削における基本的課題は、高精度、高能率、低コストの3つである。この3つの課題のうち、高能率加工を実現する一手段として切削速度の高速化が求められている。切削速度を増加するとそれに伴って切削能率は向上するが、逆に工具寿命が短くなり、ツールコストが増加するという問題がある。工具寿命が低下すると工具交換の頻度が増加するため生産性が悪くなるという問題もあり、高能率加工の実現は困難なものとなっている。

【0003】

特に、高精度の成形品の成形が求められる今日では、金型にも高精度が求められており、高速で高精度の金型の製造方法として、従来から用いられてきた放電加工に代わり直彫り工法での金型の製造方法が検討されている。

【0004】

例えば下記の特許文献1には、CBN焼結工具に含有されるCBN焼結体を75%以上とし、切削速度を1500m/min以上で切削するようにし、また、CBN焼結工具を複数装着し、正面フライスを構成し、この正面フライスの切削速度を1500m/min以上とするとともに、正面フライス1回転当たりにおけるCBN焼結工具1刃の送り量を0.2mm/revから0.4mm/revで切削するようにして、切削速度を増加させても、それに伴う工具寿命が低下するのを防止する方法が、開示されている。

【特許文献1】特開平11-170102号公報

【0005】

また、下記の特許文献2には、C:0.28乃至0.55質量%、Si:0.15乃至0.80質量%、Mn:0.40乃至0.85質量%、P:0.020質量%以下、S:0.018質量%以下、Cr:2.5乃至5.7質量%、Mo:1.4乃至2.8質量%、V:0.20乃至0.90質量%、W:0.01乃至1.65質量%、Co:0.03乃至0.89質量%、Ni:0.01乃至1.65質量%を含有し、残部が実質的にFe及び不可避免的不純物からなり、不可避免の不純物のNを0.009質量%以下、Tiを0.003質量%以下、Bを0.012質量%以下に規制し、非金属介在物の清浄度がJIS dA0.005%以下で、d(B+C)0.020%以下であると共に、熱処理後のマルテンサイト組織の方向性が17乃至33%の範囲にあることを特徴とする熱間工具鋼により、被削性を改善して直彫りにより金型を製造する際の切削加工時の工具寿命及び寿命のパラツキを著しく改善することができ、また超微小切削加工した場合の仕上げ面が良好で、ラッピング加工時間を短縮することができることが開示されている。

【特許文献2】特開2003-268486号公報

【0006】

また、下記の特許文献3には、Cを0.25乃至0.45重量%、Siを0.05乃至0.6重量%、Mnを0.2乃至0.8重量%、Crを4.0乃至6.0重量%、Moを1.0乃至3.0重量%、Vを0.3乃至1.0重量%、Alを0.005乃至0.040重量%及びSを0.001乃至0.004重量%含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなり、また、硬さがHRC41~45である金型、また、前記成分組成を有する金型を、形彫りした後、その金型の形彫り面の丸みを有するコーナー部に、そのコーナー半径より小さい曲率半径を有する加圧具を使用して表面の相当全歪が5%以下となる塑性加工を施す該金型の製造方法を用いることにより、従来のJIS SKT4又はSKD61製の熱間鍛造金型と同様に製造コストが低く、これらの従来の金型と比較して良好な作業

環境下において製造可能な耐久性が優れている鍛造金型が提供されることが開示されている。

【特許文献3】特開平8-188852号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献1の場合、CBN焼結体を75%以上とする工具で、切削速度1500m/min以上で切削するようにしているが、一般的な工作機械では不可能な特殊な条件であり、提示されている工具は高価なもので、実用的ではない。

【0008】

また、特許文献2では、材料からの検討はされているが、具体的な最適な加工条件についての検討はされていない。

【0009】

また、特許文献3では、材料からの検討はされ、またコーナー部に圧縮応力を付与する方法が開示されているものの、切削方法についての具体的な加工条件は検討がされていない。

【0010】

そして、直彫りの場合、加工条件に関しては、次のような課題を有している。すなわち、種々の形状に対応できるように、工具の突き出し長さを大きくして深彫りすることが要求されているが、従来は、回転数や送り速度を試行錯誤して条件を決めており、工具の突き出し長さを大きくした場合、最適な条件とならなかった。例えば回転数はできるだけ大きく設定して、後は要求される面粗度から送りと切り込み（ピッチ）を計算で決めているが、この計算値のままでは工具がビビる等の不具合が発生するので実際には不具合が発生して修正が必要になる。従来一般には送り速度を落とすことが仕上状態を良好にできると奨励されており、実際に仕上面を最良の状態にするための条件を見つけて出すためには試行錯誤が必要で、その条件を見出すのに時間も要していた。

【0011】

また、従来の直彫り工法での金型作製において、高速で切削処理した場合には仕上状態が不十分な為に、磨き工程は不可欠であるが、その作業量が多いため、金型製作のコストを上げ、また製作時間を長くする要因となっていた。また、磨きは手仕上げが一般的で、不良発生のも要因となっていた。そこで、磨き工程を省略もしくは簡略化できるだけの表面仕上げ状態を得ることができる金型の直彫り工程の開発が検討されてきた。

【0012】

この発明は上記に鑑み提案されたもので、鍛造用金型の製造に際し、高速に切削することができ、工具寿命も維持し、磨き工程も省略でき、全体として高能率に製造することができる鍛造用金型の製造方法、鍛造用金型およびその鍛造用金型を用いて鍛造した鍛造成形品を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

1) 上記目的を達成するために、第1の発明は、鍛造用金型の製造方法において、表面を強化処理しているボールエンドミルを切削工具として用い、工具の突き出し長さL (mm) と、ボールエンドミルの刃先半径R (mm) と、工具回転数A (rpm) と、工具送り速度B (mm/分) との関係が、 $(B/A)^2 \times (L / (2 \times R)) = 0.01 \sim 0.05$ を満たす状態で金型材料を切削する切削工程を含む、ことを特徴としている。

【0014】

2) 第2の発明は、上記した1) 項に記載の発明の構成に加えて、上記鍛造用金型の材料は、硬度がHRC45以上62以下である、ことを特徴としている。

【0015】

3) 第3の発明は、上記した1) 項または2) 項に記載の発明の構成に加えて、切削時

に潤滑材を切削工具に直接流下して供給する、ことを特徴としている。

【0016】

4) 第4の発明は、上記した1)項から3)項の何れかに記載の発明の構成に加えて、上記鍛造用金型の製造工程が、少なくとも粗切削加工、熱処理、仕上切削加工、形状部切削加工を有し、上記切削工程は形状部切削加工における切削工程であり、当該形状部切削加工は、少なくとも3段階からなり、その3段階での工具径方向ピッチ比は、 $1.2 \sim 2 : 0.2 \sim 0.5 : 0.03 \sim 0.05$ であり、工具の送り方向は等高線処理と周回処理の少なくとも一方の送り方向を含む、ことを特徴としている。

【0017】

5) 第5の発明は、上記した1)項から4)項の何れかに記載の発明の構成に加えて、加工面の凹状の角部を複合Rを含む形状に切削する、ことを特徴としている。

【0018】

6) 第6の発明は、鍛造用金型であって、上記した1)項から5)項の何れかに記載の鍛造用金型の製造方法で製造されたことを特徴としている。

【0019】

7) 第7の発明は、上記した6)項に記載の発明の構成に加えて、表面の粗さが $R_{max} 5 \mu m$ 以下で、凹状の角部に複合R形状を有する成形孔が形成されている、ことを特徴としている。

【0020】

8) 第8の発明は、鍛造成形品であって、上記した6)項または7)項に記載の鍛造用金型を用いて鍛造した、ことを特徴としている。

【発明の効果】

【0021】

本発明では、鍛造用金型の直彫り製造に際し、工具の突き出し長さと、ボールエンドミルの刃先半径と、工具回転数と、工具送り速度とが、所定の関係を満たす状態で金型材料を切削するようにしたので、最適な加工条件を簡単に設定することができ、しかも高速に切削することができ、工具寿命も維持し、磨き工程も省略でき、全体として鍛造用金型を高能率に製造することができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下にこの発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0023】

図1は本発明方法で製造した鍛造用金型の一例の見取り図である。本発明方法で製造する鍛造用金型の一例として、図1に示すような、半円柱状の成形孔2を有する金型1を例に説明する。半円柱状の形状は、加工面の傾きが変化する加工、深彫り加工が求められる形状の例である。

【0024】

先ず金型1の材質は硬度HRC（ロックウェル硬さC）45～62（好ましくは46～55）の範囲である、金型用鋼または高速度工具鋼であるものとするのが好ましい。例えば、SKD61やマトリックスハイスを挙げることができる。このような材料を用いることにより、高寿命で精度の良い金型が製作でき、本発明の効果を十分に発揮できるようになる。

【0025】

金型1の製造工程の一例を説明する。製造工程は（a）粗加工→（b）熱処理→（c）仕上切削加工→（d）形状部切削加工→（e）磨き加工→（f）検査の工程とすることができる。以下に、この（a）～（f）の工程を順に説明する。

【0026】

（a）粗切削加工 粗加工は、一般的な工法で切削する。たとえば、旋盤とフライス盤を用いて、金型外形部や位置決め穴等を切削する。半円柱形状部はボールエンドミルによ

り概略全体の80%程度を彫り込んでおいても良い。

【0027】

(b) 熱処理 熱処理は靱性、耐摩耗性を調整するために施す。熱処理条件は例えばS KD61では900~1100℃(好ましくは1000~1050℃)に30分~1時間保持した後急冷し、500~700℃(好ましくは560~600℃)に3~5時間保持することが好ましい。保持時間は金型の大きさにより調整する。

【0028】

(c) 仕上切削加工 仕上切削加工は、旋盤を用いて金型外形部を所定寸法まで仕上げる。旋盤加工では困難な加工は、研削機を用いた研削加工や、ワイヤーカット放電加工機を用いた加工を行なっても良い。

【0029】

(d) 形状部切削加工 表面を強化処理しているボールエンドミルを切削工具として用いて、金型の成形孔部分を最終形状に切削する。複数回の段階、例えば少なくとも3段階の切削工程を有しているのが好ましく、後述する切削加工条件を満たしている。さらにその送り方向が等高線処理およびまたは周回処理を含んでいるのが好ましい。

【0030】

図2は等高線処理の説明図、図3は周回処理の説明図である。これらの図において、成形孔2を最終形状に切削する場合に、工具の刃先は、点P1(x1, y1, z1)から(1)→(2)→(3)→(4)の順に進み、その後点P2(x2, y2, z2)に移動する場合に、(5)において、等高線処理と周回処理とで進み方が異なる。

【0031】

等高線処理では、(5)において、点P2のZ座標値z2と、点P1のZ座標値z1との差bを与えてZ座標値を決定し、次にX座標値x2はL線上のZ座標値z2に対応する点を算出して(x2, y2, z2)を決定し、その位置の点P2に移動し、点P2から(6)へと移動を再開する。等高線処理は、形状が立ち壁状態である形状に対して、Z方向(深さ方向)の加工ピッチを指定し、上から下にまたは下から上に徐々に削っていく加工となるので、起伏の激しい形状を効率よく加工できる点で好ましい。

【0032】

一方の周回処理では、(5)において、点P2のX座標値x2と、点P1のX座標値x1との差aを与えてX座標値を決定し、次に、Z座標値z2はL線上のX座標値x2に対応する点を算出して(x2, y2, z2)を決定し、その位置の点P2に移動し、点P2から(6)へと移動を再開する。周回処理は、平らな面に近い形状に対してXY方向(水平方向)の加工ピッチを指示し、外から中にまたは中から外に削っていく加工となるので、起伏が緩やかな形状を効率よく加工できる点で好ましい。

【0033】

複雑な形状では、等高線処理と周回処理の2つの処理を組み合わせるのが好ましく、例えば、Z方向の加工ピッチを一定に設定した等高線加工では、立ち壁に近い場所はきれいに加工できるが、平坦に近いところでは、加工ピッチが荒くなってしまうので、これを補完するために、平坦部付近には周回処理を用いるようにする。

【0034】

加工面の傾斜角度が変化していく形状を有している例である半円柱形状を彫る場合は、深さの浅い上部は等高線処理で、深い下部は周回処理で行なうのが好ましい。これらの処理は半円柱形状の接面と水平面との角度が30~50°の位置で切りかえるのが両加工のピッチがほぼ均等となるので好ましい。また両加工を0.1~1mmオーバーラップさせるのが、切りかえ境界で削り残しが発生するのを防止できるので好ましい。

【0035】

形状部切削加工はいわゆる直彫りであり、形状によってはさらに細かいところを小さな刃物(工具半径R0.5mm)で取り残し加工を施すことができる。

【0036】

(e) 磨き加工 加工後の面粗度をより高精品質にする場合には必要に応じて施す。例えば、砥石を用いて表面を磨き、その後ダイヤモンドペーストを表面に塗布し、フエルトパフや木材を用いて、表面を研磨する。形状部切削加工の状態によっては省略することができる。

【0037】

(f) 最後に、仕上がり状態を検査する。検査項目は3次元測定機、ノギス、ゲージを用いた寸法検査、形状測定装置を用いた寸法検査、硬度計を用いた硬度検査、表面粗さ計を用いた面粗度検査である。

【0038】

次に、本発明の切削工程について説明する。最初に、本発明の切削工程に用いる工具について説明する。

【0039】

図4は本発明に用いる工具の一例を示す図である。本発明に用いる工具3は、表面が強化処理されているものであればいずれのものも用いることができる。例えば、TiAlN（窒化チタンアルミ）、TiSiN（窒化チタンケイ素）、CrSiN（窒化クロムケイ素）を挙げることができる。特に金型材との摩擦係数が低く、強化皮膜の酸化開始温度が高いものが工具寿命の点から好ましい。

【0040】

工具3の先端形状は、ボールエンドミル形状で特に心厚さ/外径が60～80%となっているものが工具剛性向上の点から好ましい。刃の枚数は特に制限されないが、2～3のものをを用いることができる。

【0041】

深彫りを可能にする為に、工具径D（=2R）はφ0.5～φ6mmで突き出し長さLを5～17mmとするのが好ましい。

【0042】

また、微小形状を彫り込むためには、工具半径Rは2～0.5mmとすることが好ましい。

【0043】

特に、 $L/2R$ （= L/D ）の関係は3～20（好ましくは3.5～15）であるものは、本発明の効果を良く発揮するので好ましい。

【0044】

切削面の仕上がりには、切削時の刃物の振れが利いている。刃物の振れは5μm以下に抑えることが好ましい。例えば、回転主軸振れの少ない、例えば2μm以下の装置を用いたり、刃物を機械主軸に取り付けるためのコレットホルダーを2面拘束タイプとしたり、刃物をつかむためのコレットチャックを焼バメタイプにすること、またはこれらを任意に組み合わせることが挙げられる。

【0045】

次に、切削加工条件について説明する。

【0046】

本発明では、工具の突き出し長さL（mm）と、ボールエンドミルの刃先半径R（mm）と、工具回転数A（rpm）と、工具送り速度B（mm/分）との関係が $(B/A)^2 \times (L/(2 \times R)) = 0.01 \sim 0.05$ を満たす状態で切削するとしている。

【0047】

従来は、回転数や送り速度を試行錯誤して条件を決めていたが、深彫りを可能とする工具の突き出し長さを大きくした場合など、最適な条件とならなかった。

【0048】

回転数はできるだけ大きく設定して、あとはほしい面粗度から送りと切り込み（ピッチ）を計算することができるが、この計算値のままでは工具がビビる等の不具合が発生するので実際には不具合が発生して修正が必要になり、従来一般には送り速度を落とすことが

仕上状態を良好にできると奨励されているが、実際に仕上面を最良の状態にするための条件を見つけ出すためには試行錯誤が必要であった。

【0049】

発明者は、送り速度を下げすぎても逆に仕上状態に不備が出ることが最適な状態を見つけ出すことを困難にしていた要因であったことを見つけ出し、 $(B/A)^2 \times (L/(2 \times R))$ の値を管理することでこれを回避できるとした。

【0050】

このメカニズムは以下のように推定される。切削後の表面状態を調査したところ、図5に示すようにいわゆる巨視的刃型転写と微視的刃型転写が残っており、それらの状態が表面仕上げ状態の良否と関係していることが判明した。

【0051】

回転数に対して送り速度が大きくなると、巨視的刃型転写と思われる刃物の噛り付き、刃物当りによる微小欠けが発生して食い込み痕が残りやすくなる。

【0052】

回転数に対して送り速度が小さくなると、微視的刃型転写と思われる刃物のささくれ状痕が残りやすくなる。特に、工具の使用時間が長くなるとささくれ状痕の発生が起こりやすくなる。

【0053】

よって、これらのバランスを見ながら条件設定する必要がある。しかし単に、回転数と送り速度の比率で決まらず、工具の刃先の半径、 $L/2R$ を考慮する必要があることが判明した。

【0054】

発明者は、工具のもつ運動エネルギー関連する $(B/A)^2$ の値と、工具の状態を示す $(L/2R)$ の値に着目した。これにより工具半径が小さい場合、または、 $L/2R$ が大きい場合でも制御できることになった。

【0055】

このように、工具の突き出し長さと、ボールエンドミルの刃先半径と、工具回転数と、工具送り速度とが、所定の関係を満たす状態で金型材料を切削するようにしたので、最適な加工条件を簡単に設定することができ、しかも表面仕上げを良好にして高速に切削することができ、特に、工具の突出し長さを大きくして、深彫りをして、仕上がりが良好になる。また、結果的に、工具のビビリが抑えられて切削状態が安定しているので、工具寿命が延びるという効果もあり、さらに磨き工程も省略でき、全体として鍛造用金型を高効率に製造することができるようになる。

【0056】

切削面の形状に合わせて、特に、コーナー形状部位において工具進行方向が $35^\circ \sim 45^\circ$ 以上変わる場合は、変化点から $0.2 \sim 0.5$ mm 手前から送り速度を $30 \sim 40\%$ 減速するのが好ましい。

【0057】

形状部切削加工は、少なくとも3段階の切削工程を有して、その工具の送り方向が等高線処理およびまたは周回処理を含んでいるのが好ましい。この場合、各段階で工具の径方向ピッチ比を1段階目から順に、 $1.2 \sim 2:0.2 \sim 0.5:0.03 \sim 0.05$ とすることが好ましい。2段階目の処理によって面全体の残された削り代のバラツキを $10 \sim 30 \mu\text{m}$ 以下にまで均一化して第3段階の処理を施すことにより、第3段階での切削処理の仕上がり状態のムラを抑えることができるからである。2段階目の処理によって面全体の残された削り代のバラツキを、最終削り代に対し $20 \sim 80\%$ にまで均一化して第3段階の処理を施すことにより、第3段階での切削処理の仕上がり状態のムラを抑えることができるからである。こうすることにより、仕上げ精度を上げる第3工程での、切削代が均一になり、第3工程での切削が安定し、設計に対する寸法精度が向上する。

【0058】

特に、半円柱状形状の場合は、第2、3段階以降では、等高線処理と周回処理を組み合わせるのが好ましい。

【0059】

例えば、第1段階では等高線処理で、径方向ピッチを1.8mm、切り込み量を0.2mmとし、第2段階では等高線処理と周回処理を併用して、径方向ピッチを0.4mm、切り込み量を0.4mmとし、第3段階では等高線処理と周回処理を併用して、径方向ピッチを0.05mm、切り込み量を0.05mmとすることができる。ここで、径方向ピッチと切り込み量との関係は、図6に示すようになっている。

【0060】

潤滑材は、非水溶性切削油であるものを用いることができ、例えば、硫化脂肪油系の炭素鋼用あるいは合金鋼用切削油を挙げることができる。供給温度は15℃～30℃が好ましい。本発明の好ましい供給方式の流下方式に付いて説明する。供給量は15～25リットル(L)/分とするのが好ましい。

【0061】

従来用いられているエアブロー方式では、ある程度切り粉を吹き飛ばすことはできるが、冷却能が不十分である。

【0062】

従来用いられているミスト方式は、非水溶性切削油をミスト状にしてエアと一緒に刃物に吹きつける方法である。供給量は例えばミスト0.2L/分、エア200L/分である。この方法では通常噴出ノズルが1本であり、かつ刃物の先端が工作物の陰にかくれるとミストが刃物先端に直接届かず、その効果が減少あるいは得られなくなることがあった。

【0063】

本発明の好ましい流下方式は切削油を少なくとも2方向から噴出し、刃物先端から少なくとも5mmが常に切削油にひたるように供給する方式である。この方式では刃物が工作物の陰にかくれても先端は常に切削油に浸っているため、切削油の効果が切れることはない。本発明では工具を高速回転させているのでこの流下方式による十分な冷却効果が工具寿命を長くすることが出来好ましい。

【0064】

供給方向は刃先上方から流下とするのが好ましい。特に流下させる方向が工具を中心として全方向からとなるように供給するのが立ち壁形状付近を加工する際の供給不足解消の点から好ましい。具体的には例えば潤滑材噴射ノズルを工具を中心として四方に配置することで実現できる。

【0065】

切り粉の状態が不適切であると、工具に付着して悪影響を及ぼしたり、工具の摩耗が速く進み工具寿命が短くなったり、切削抵抗が大きくなり切削速度の低下や工具の摩耗をより促進したりする。特に、切り粉の排出が不適切になると、工具のビビリが発生して、仕上がり面の品質の低下や工具の劣化を促進するおそれがあるが、本発明では、流下式潤滑材供給としているので切り粉の排出状態が良好になるので、好ましい。切り粉の排出処理がスムーズになるので、工具への切り粉の付着、食い込みの発生が抑えられ、工具のビビリを抑えることができ、切削状態が安定する。

【0066】

次に複合Rについて説明する。複合Rとは、直線部と曲部とから構成されるコーナー部の凹部の形状において凹部の指定寸法の半径(R1)に加え、曲部と直線部がつながる箇所にはR1の1.5倍～4倍の半径(R2)の曲線を少なくとも1つ以上加えた形状としたものである。これにより、工具の接触面積の急激な変化を抑えた形状となる。立ち壁部に抜き勾配を設けた場合も同様に複合Rを考えることができる。

【0067】

図7、図8および図9は複合Rを設けたコーナー部凹部形状の例を示す図である。図7

では、コーナー部凹部が、直線部 L_h 、 L_v と、指定寸法半径 R_a の曲線部との間を両者に接するように半径 R_b の曲線で結んで多段状に形成されている。

【0068】

図8は、抜き勾配を設けた場合であり、図7と同様に、コーナー部凹部が、直線部 L_h 、 L_v と、指定寸法半径 R_a の曲線との間を両者に接するように半径 R_b の曲線部で結んで多段状に形成されている。立て壁部分において工具の当りを逃げるのが容易になるので好ましい。

【0069】

また、図9では、コーナー部凹部が、コーナー部中心から60%~85%を指定 R による形状として残し、残りの部分を曲率が連続して変化する曲線としてあって曲率が連続的に変化している。

【0070】

このように、コーナー部凹部を複合 R で形成することにより、例えば図10に示すように、工具3が加工面に接触する（当る）が、工具と加工面の接触範囲の急激な変化を抑えることができるので、工具の送りが安定してビブリの発生を抑えることができる。その結果、仕上がり状態をより良好なものにすることができる。凹形状の角部については形状的に均一にみがくことが難しく、製作上問題となっていたが、このような複合 R を用いることにより磨き工程を省略、簡略化できるので好ましい。さらに、複合 R としているので、金型と刃物の接触面積が少ないため、切り粉が小さく、かつ切り粉が排出される空間が多く取れ、切り粉の排出状態が良好になり、さらに一度排出された切粉の噛み込みが発生しにくいので好ましい。

【0071】

半円柱形状におけるコーナー部の凹部位は、その傾斜角度が変化しているが、そのような場合は、最低部から少なくとも20%の高さ範囲のコーナー部の凹部形状に複合 R が含まれているのが好ましい。その範囲での工具の当たり状態が仕上げ状態に影響するからである。

【0072】

形状部切削工程での直彫りには、マシニングセンタを用いることができる。マシニングセンタは主として回転工具を使用し、工具自動交換装置を備え、工作物の取り付け替えのための段取り替えなしに多種類加工を施す数値制御工作機械である。特に直彫りに使用するものは主軸回転数が2万回転以上であることが望ましい。

【0073】

金型形状部の設計は主に三次元CADを用いて行われる。設計された形状モデルを元に、加工段階数と各段階で使用する刃物の種類、加工送り、切り込み、ピッチを設定し、CAMを用いて工具軌跡（加工方法）を計算させ、NCデータとしてアウトプットする。作成されたNCデータはLANケーブル等を通じてマシニングセンタに転送され、マシニングセンタはそのNCデータをもとに切削加工を実行する。

【0074】

本発明の切削加工条件、形状部切削加工の処理方法などはCAMに条件として設定する。複合 R の形状の設計はCADで行う。

【0075】

以上の製造方法で製造された鍛造用金型は、成形孔が、表面の粗さが $R_{max} 5 \mu m$ 以下（好ましくは $3 \mu m$ 以下）で、凹状の角部が複合 R 形状を有し、単時間で製造できるとともに、表面仕上げが優れた金型である。この金型を用いて鍛造した成形品は、表面仕上げが良好なものとなり、特にコーナー部位において表面仕上がりが良好となる。

【0076】

上記金型を用いる鍛造工法は冷間鍛造、温間鍛造など公知のものを用いることができる。アルミニウム合金からなる素材を用いた場合を例に説明する。

【0077】

上記金型を、必要に応じて母型に焼嵌めして、鍛造装置に下金型として設置する。押し出し材、連続鍛造棒などを所定の長さに切断したものを、鍛造用素材とする。素材に潤滑処理を施した後、金型に投入する。必要に応じて、素材、金型は加熱しておくことが好ましい。上金型を加工させて鍛造成形する。バリだし鍛造の場合はさらに、バリ取りのトリミング処理を行う。成形品は、必要に応じて熱処理を施す。下金型の例を説明したが、成形品の形状に合わせて上金型に用いたり、上金型、下金型の両方に用いたりすることができる。

【0078】

このようにして、上記の金型を用いて鍛造した鍛造成形品は、金型の表面状態が転写された良好な表面仕上げ面を有している。特にコーナー部位において表面仕上がりが良好なものである。例えば、金型がコーナー部で分割されていないので差込バリが発生しない。また、複合Rとしている金型を用いた場合には、凸状角部の曲線が滑らかになり、外観上優れたものになる。

【実施例】

【0079】

以下、実施例により、本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0080】

金型の材質はSKD61で、硬度はHRC48±2のものを使用した。工具はR0.5～R2のボールエンドミルを使用し、表面処理膜はCrSiNである。その他の条件は図11、図12に示した。

【0081】

切削後の表面仕上がり状態を、ルーペで観察して評価した。評価結果を図11に示した。また従来方法と本発明を実施した場合の比較を図12に示した。

【図面の簡単な説明】

【0082】

- 【図1】本発明方法で製造した金型の一例の見取り図である。
- 【図2】等高線処理の説明図である。
- 【図3】周回処理の説明図である。
- 【図4】本発明に用いる工具の一例を示す図である。
- 【図5】切削状態を説明する概念図である。
- 【図6】切削工程を説明する概念図である。
- 【図7】複合Rを設けたコーナー部凹部形状の例を示す図である。
- 【図8】複合Rを設けたコーナー部凹部形状の例を示す図である。
- 【図9】複合Rを設けたコーナー部凹部形状の例を示す図である。
- 【図10】コーナー部での切削状態を説明する概念図である。
- 【図11】実施例1～7と比較例1～11の加工条件、評価結果を示す図である。
- 【図12】実施例と比較例の加工条件、評価結果を示す図である。

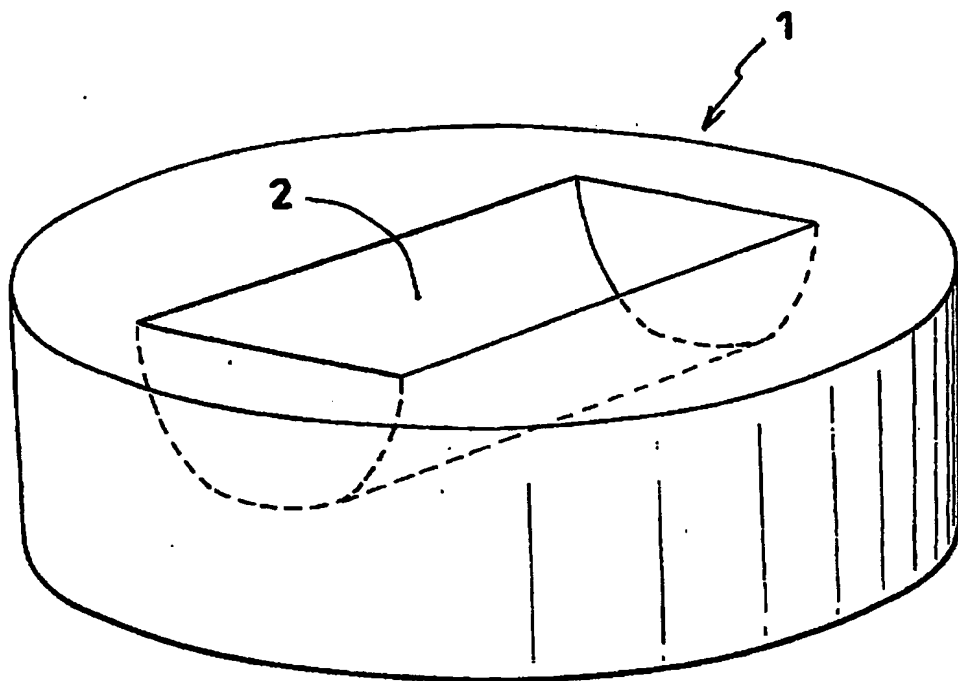
【符号の説明】

【0083】

- 1 鍛造用金型
- 2 成形孔
- 3 工具

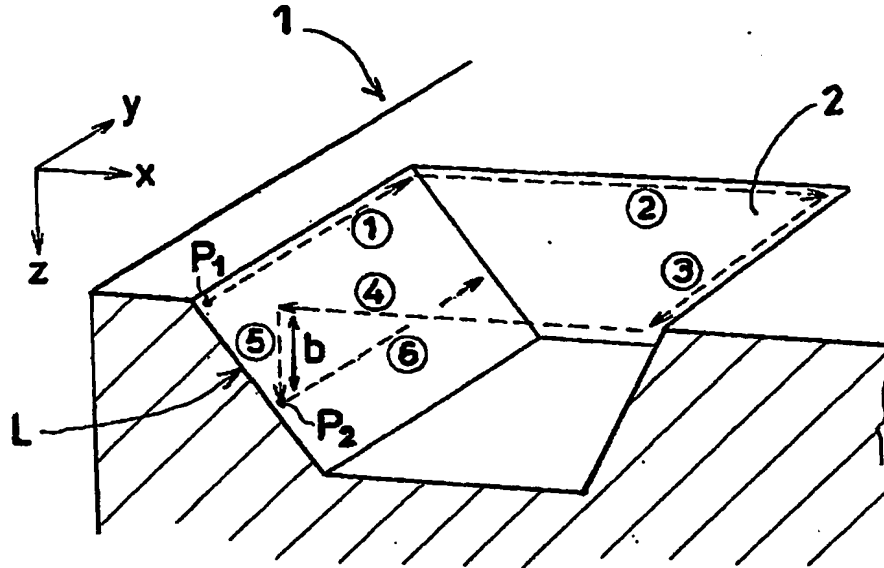
2003-418939

【書類名】図面
【図1】

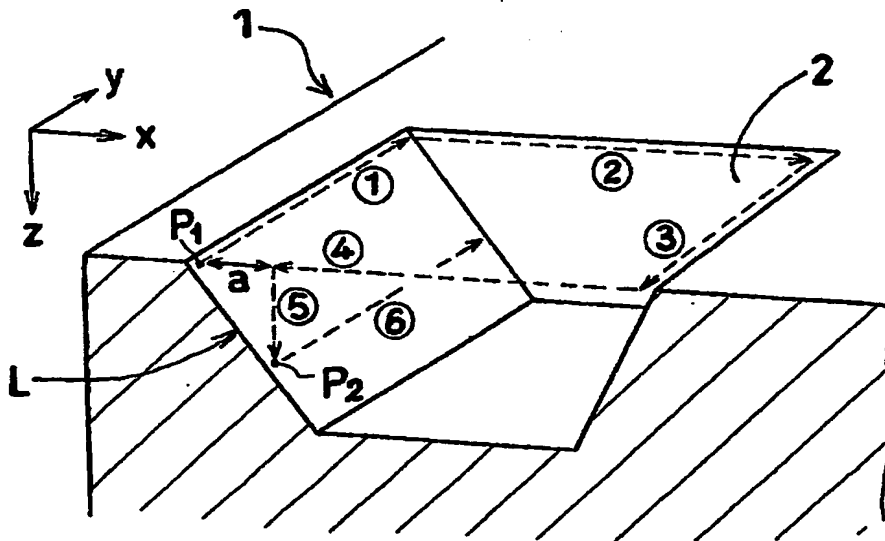


2003-418939

【図2】

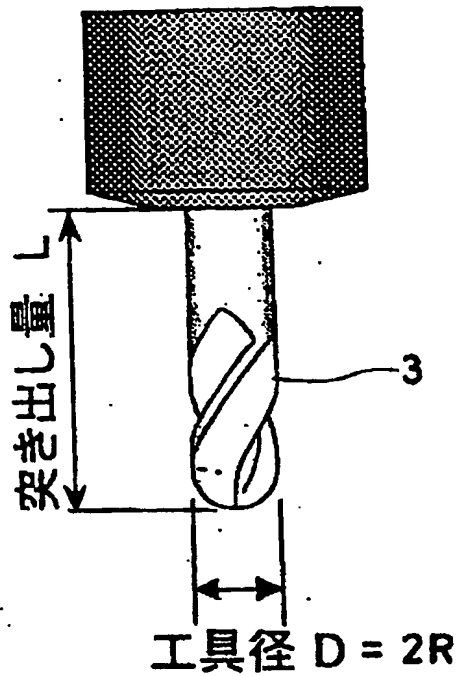


【図3】

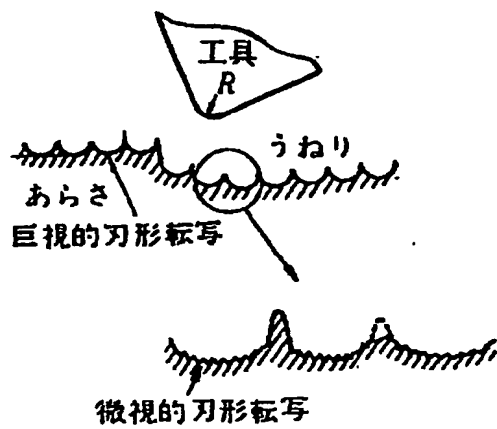


2003-418939

【図4】

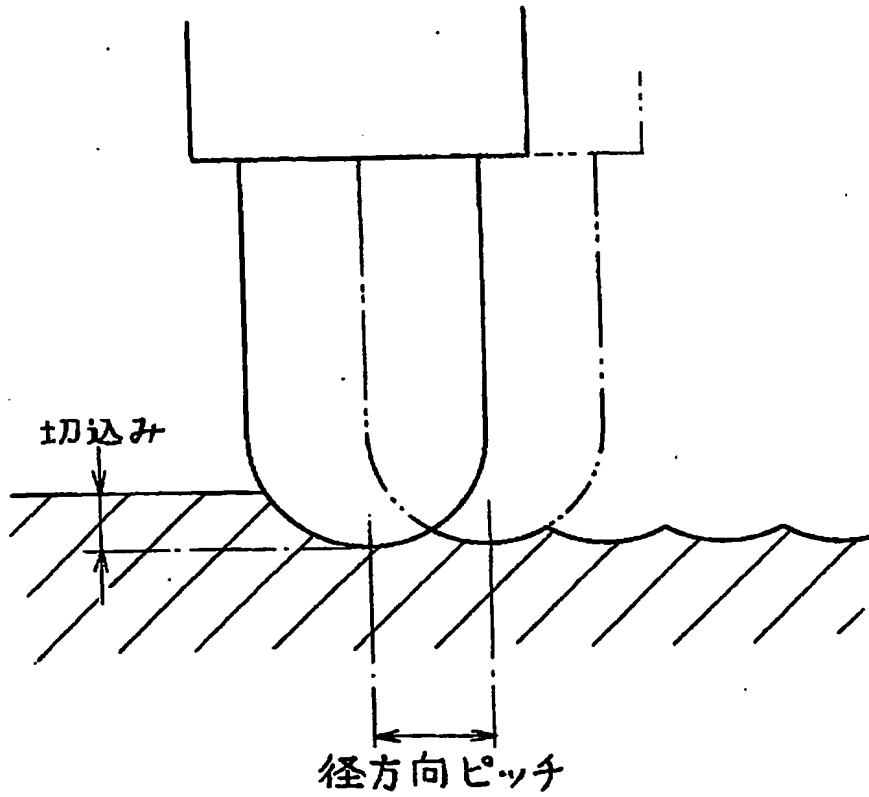


【図5】

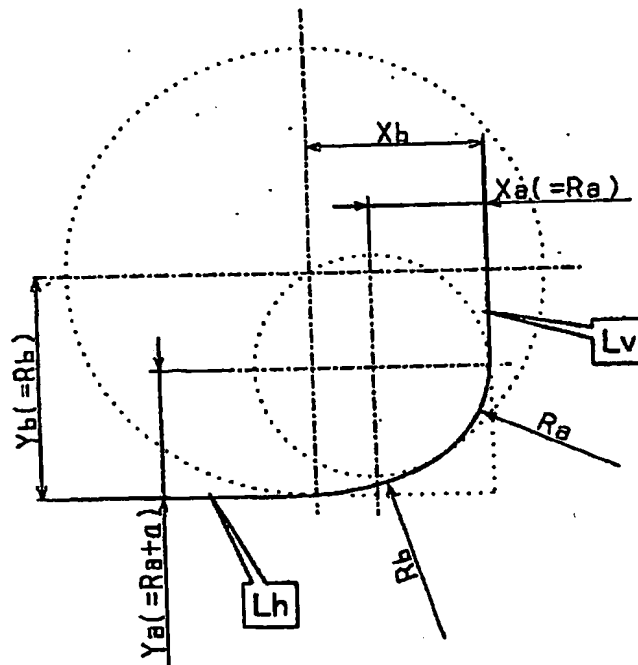


2003-418939

【図6】



【図7】



ここで、

α は R_a の寸法公差を目安とする

R_a は L_v に接する円弧

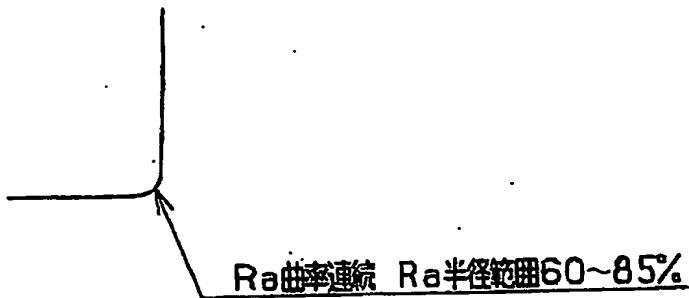
R_b は L_h と R_a に接する円弧

X_b は他の寸法より自動的に決まる寸法

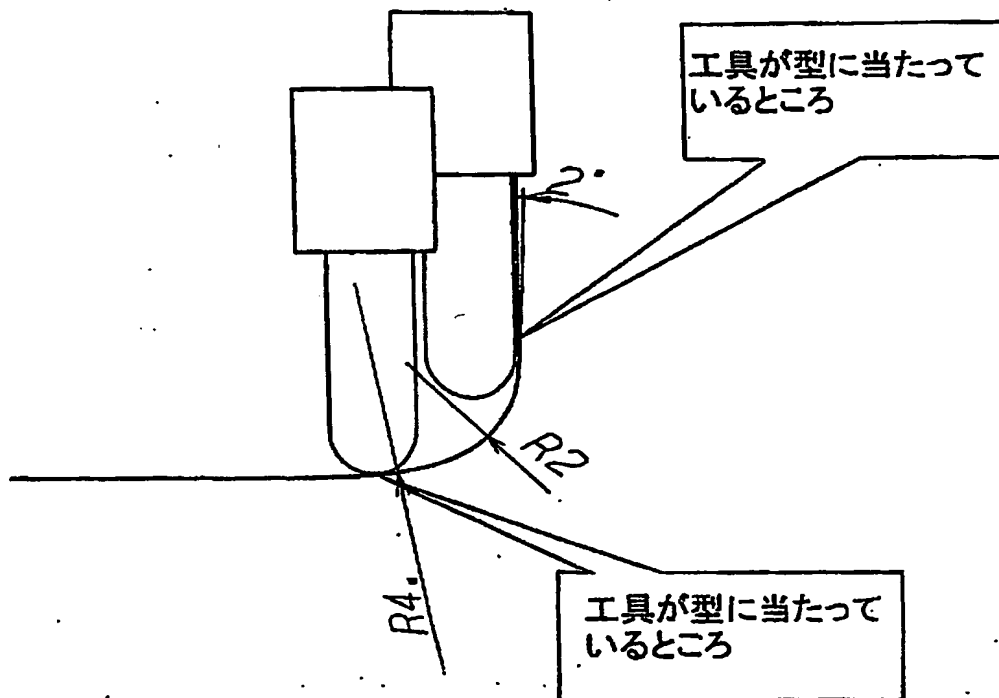
α はRaの寸法公差を目安とする
 RaはLvに接する円弧
 RbはLhとRaに接する円弧
 Xa、Xbは他の寸法より自動的に決まる寸法

2003-418939

【図9】



【図10】



2003-418939

【図11】

サンプル No.	工具半径 (R)(mm)	工具突出し長 (L)(mm)	L/2R	回転数 (A)(rpm)	送り量(B) (mm/分)	(B/A) ² × (L/2R)	表面粗さ状 態
比較例1	2	15	3.75	20000	3600	0.122	x
実施例1	2	15	3.75	20000	2000	0.038	○
実施例2	2	15	3.75	20000	1200	0.014	○
比較例2	2	15	3.75	20000	900	0.008	x
比較例3	2	15	3.75	20000	700	0.005	x
比較例4	2	15	3.75	40000	5000	0.059	x
実施例3	2	15	3.75	40000	2400	0.014	○
比較例5	2	15	3.75	40000	1200	0.003	x
比較例6	2	15	3.75	15000	1800	0.054	x
実施例4	2	15	3.75	15000	1000	0.017	○
比較例7	2	15	3.75	15000	700	0.008	x
比較例8	1	15	7.5	20000	1800	0.061	x
実施例5	1	15	7.5	20000	800	0.012	○
実施例6	1	15	7.5	20000	1600	0.048	○
比較例9	1	15	7.5	20000	600	0.007	x
比較例10	0.5	15	15	20000	1500	0.084	x
実施例7	0.5	15	15	20000	800	0.024	○
比較例11	0.5	15	15	20000	450	0.008	x

2003-418939

【図12】

	比較例	本発明
加工液	エア-ブロー	油性切削液 流下式
加工速度	3, 600mm/min	1, 200mm/min
加工ピッチ	0. 08mm	0. 05mm
加工方法	2ステップ切削	3ステップ切削(ピッチ比1.5:0.3:0.04)
コーナーR	指定寸法Rのみ	多段複合R有
金型寸法	設計値 ±0. 05mm	設計値 ±0. 02mm
面粗度	Rmax 7 μm	Rmax 2 μm
工具寿命	金型4ヶ処理/工具	金型10ヶ処理/工具

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.